



TITLE:

# <産業界の技術動向> 電力自由化と 系統運用

AUTHOR(S):

森, 詳介

---

CITATION:

森, 詳介. <産業界の技術動向> 電力自由化と系統運用. Cue 2000, 6: 12-17

ISSUE DATE:

2000-12

URL:

<https://doi.org/10.14989/57813>

RIGHT:

# 電力自由化と系統運用

関西電力株式会社  
森 詳 介

## 1. はじめに

経済分野の規制緩和の流れは1970年代後半より世界的に広がりを見せていたが、電力等のネットワーク型公益事業においては規模の経済性が存在するため自然独占が成立すると考えられており、地域独占、垂直統合の事業が認められるかわりに政府により事業規制を受け、料金等は認可を受けることが必要であった。

しかしながら1980年代に入り、技術革新により、少ない投資でサービス提供が可能となってきたこと、競争原理の導入による経済の活性化を図る動きが顕在化してきたことから、電気事業においても競争導入が可能な発電、販売分野での規制緩和が始まった。

このような背景のもと、わが国でも本年3月21日より電力小売り供給の部分自由化が開始されたが、本稿では、この電力自由化と自由化が系統運用に与える影響について紹介する。

## 2. 欧米における規制緩和

欧米においてはわが国よりも電力自由化が先行しており、欧州では、まず英国においてサッチャー政権のもとで国営事業の分割民営化が進められ、電力においても1990年から分割民営化が実施され、同時に電気事業の自由化が開始された。

その後、自由化は北欧地域に拡大し、さらにEU域内の市場単一化を目指すEU指令が1997年1月に発効したことにより、EU諸国等も段階的に電力の自由化が進んでいる。

欧州における規制緩和の進展状況は図1のようになっている。

一方、米国の方では、卸発電市場から規制緩和が始まったが、そのきっかけとなったのが1978年のPURPA法（Public Utility Regulation Policy Act）による再生可能エネルギーを使用する小規模電源とコージェネレーターからの余剰電力の購入義務づけであった。その後、卸発電市場での競争を促す各種法規則の制定を経て、1996年、送電網への完全なオープンアクセスが義務づけられ、卸市場は完全に自由化されるとともに州単位で小売市場の自由化が進んだ。

米国での自由化の特徴として最初に全面自由化に踏み切ったカリフォルニア州を例にとると、発電部門と送電部門の分離、市場支配力の緩和を目的とした大手電力会社への発電所売却義務、独立した系統運用組織であるISO（Independent System Operator）の設立、卸電力の公設プール市場であるPX（Power

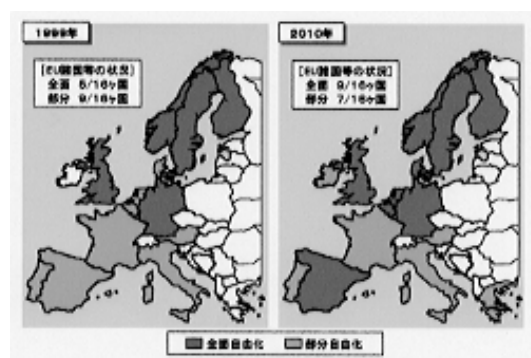


図1 欧州における規制緩和の進展状況



図1 欧州における規制緩和の進展状況  
(2000年8月現在)

Exchange) の設立などが挙げられる。

米国における規制緩和の進展状況は図2のように、主に料金水準の高い州を中心に全米のほぼ半数で法整備済みであり、全面自由化あるいは部分自由化が行われている。

自由化後の料金水準は、1997年から1999年の間に全米平均では3.6%低下、全面自由化されたカリフォルニア州では7.8%低下しており、マクロ的には自由化のコストダウンメリットはあったものと評価されている。

### 3. 日本における規制緩和

わが国では、電源立地の困難化、設備関連コストの増大、円高による電気料金の内外格差の拡大といった課題を抱えているわが国の電気事業が安定供給の確保と効率的な電力供給システムの構築を両立させることをねらいとし、1995年4月に電気事業法が改正、同年12月に施行された。

具体的な改正内容としては、電力卸入札制度の導入により誰もが卸発電事業へ参入することを可能としたこと、料金規制や電気設備の保安に係わる規制を見直したことなどである。

電力卸入札のこれまでの実績は、全国で666万kWの募集に対し、応札はその4.3倍の2,834万kWにもこのほり活況を示したことから、卸発電事業の自由化は一定の効果をあげている。

その後、世界的な電力市場の自由化の流れもあり、さらなる規制緩和への圧力が強まる中で、1996年に第二次橋本内閣が掲げた「6大改革」の一つである経済構造改革で電気事業における規制緩和をさらに進めることが表明され、「経済構造の変革と創造のためのプログラム」とその行動計画が発表された。

1997年7月、これを受けて電気事業審議会に基本政策部会および3つの小委員会を設置し、さらなる規制緩和について審議が開始された。

この中では、エネルギーセキュリティー、環境、供給信頼度、ユニバーサルサービスの4つの公益的課題と自由化を両立させるという基本的な考え方のもとに議論された結果、全面自由化、プール市場に移行するのは、原子力開発の困難化、地球環境問題への影響等が懸念され、当面は特段の支障はないと考えられる部分自由化が現実性が高い、との結論に至った。

具体的には、全需要の約3割となる受電電圧2万V以上かつ使用最大電力2千kW以上の需要を自由化すること、また、約3年後には更に拡大するかなどについて検証することとなった。

この審議会の結果を受けて、電気事業法が1999年5月に改正され、本年3月21日より新制度がスタートしている。

今回の自由化により、規制分野のお客さまは従来どおり関西電力から電力を購入していただくことになるが、自由化対象のお客さまは関西電力の他に新規参入する電気事業者であるPPS(Power Producer and Supplier)と呼ばれる特定規模電気事業者や他地域の電力会社からも電力を購入することが可能となる。なお、PPSや他電力からの自由化対象のお客さまへの供給は電力会社の送電線を利用した託送による供給となり、この制度を接続供給と呼んでいる。(図3)

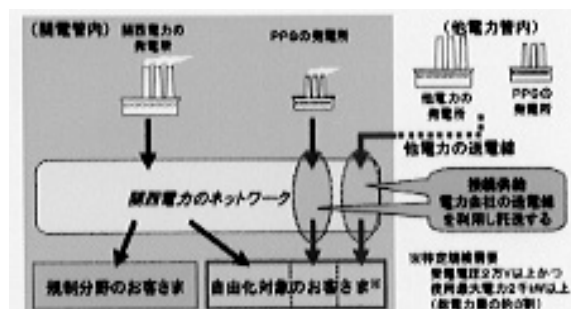


図3 自由化部門の制度概要

平成12年10月時点で、PPSとして届け出た事業者が3件で供給力の合計は約13万kW、これらPPSからの相対契約によりお客さまに供給しているPPSは1件で使用電力の合計は約3万kW、更に、供給先を入札により選ばれたお客さまが5件、このうち通産省はPPSであるダイヤモンドパワーが落札し、すでに供給を開始している。

ちなみに、このような状況の中、わが国でもオイルショック直後の1980年以降、効率化の成果を受け、電気料金の引き下げを続けており、関西電力の場合、先般の料金改定の結果、1980年に対し75%のレベルにまでなっている。

#### 4. 系統運用の現状

関西電力管内の季節ごとの代表的な1日の需要は図4のように季節ごと時間ごとに大きく変化し、年間の最小時には年間の最大時の3割程度にまで減少する。

一方、図5は関西電力の主要電力系統を示したものである。電源から需要に電力を安定的かつ効率的に輸送できるように、また電源開発地点の変動や需要の偏在への柔軟性を確保するように二重外輪系統で構築している。

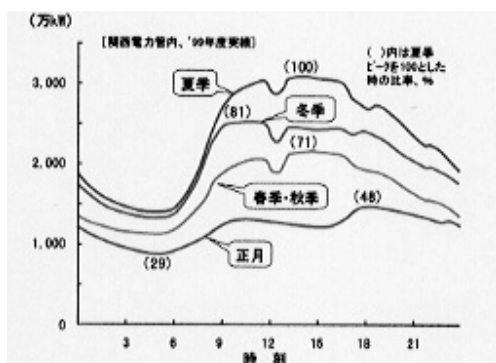


図4 季節別1日の電気の使われ方

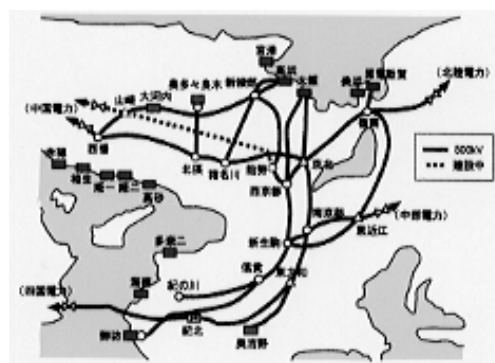


図5 関西電力の主要電力系統

3

電力会社は、これらの需要に対して電源から送電ネットワークに至る全体を一体的に扱い、信頼性を確保した上で経済性を考慮した系統運用を行っており、この信頼性の指標となる品質として、周波数、電圧の適正值の維持、停電の回避などがある。図6で送電線制約時の電源持ち替えについて説明すると、通常は安い電源の出力をあげていき、足らずまいを高い電源で供給するといった経済運用を行っているわけであるが、この結果、送電線の運用限度を超えるような潮流となることが予想される時には経済性を若干犠牲にして安い電源を抑制し、その分高い電源の出力を増やし送電線の潮流を運用限度内に抑制するといったことを行っている。

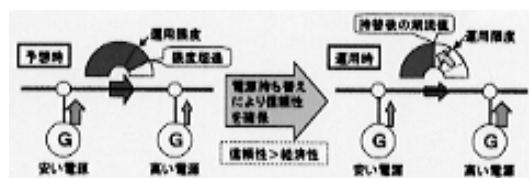


図6：送電線制約時の電源持ち替え

このような運用を行うにあたっては、長期から年間、月間、週間、翌日、そして当日に至るまで綿密な事前調整を実施している。常に適正な予備力を確保するための電源の点検停止時期の調整、数年スパンに亘る信頼度を考慮した上での流通設備の停止作業の実施時期の調整、発電機の特長や使用燃料などを考慮した経済的な運転スケジュールの算定、潮流計算・系統安定度計算などによる予定潮流での安定運用可否の事前検討などを実施している。

更に、万一の事故発生時に備え、迅速な事故復旧ができるように日頃からシミュレータによる事故想定訓練を実施している。

#### 5. 自由化の系統運用への影響

前述のように、これまでは電力会社が電源から流通設備まで計画的かつ一体的に扱い、系統運用を行ってきた。部分自由化が開始された現状においても、電力会社がほとんどの需要に供給する間



は実運用上大きな問題はないと考えているが、自由化が進展すると、周波数維持、需給バランス、予備力確保、連系線運用などの面において影響が出てくることが懸念される。

#### (1) 周波数維持

負荷変動に応じ発電機出力を調整し周波数を維持する役割は電力会社が担っているが、従来、60Hzで交流同期連系している西日本6社のうち、関西電力以外の5社は周波数と連系線潮流を同時に検出して発電機出力を調整するTBC (Tie-Line Bios Control) 制御を行い、関西電力は各社の調整未達分(=しわ分)も含めた負荷変動分を調整する形となるFFC (Flat Frequency Control) 制御により行っていた。

この背景には、電力会社間連系が開始した1963年(昭和38年)当時、全系容量が小さい中で系統容量比が大きく出力調整能力のある電源を持つ関西電力が周波数に対して最終的な責任を持たざるを得なかったという技術的経緯があった。

今回、自由化が開始するにあたり、60Hz系容量も連系当時の7倍と大きくなり各社とも電源の調整能力が確保されている一方、PPSなどからは電力会社が周波数を維持する役割に対する費用としてアンシラリーサービス料金を設定しており、こうした中で電力会社間でも公平性を担保しておこうということで、60Hz系6社で協議の結果、自由化が進んでいる欧米と同様の全社同じTBC制御で本年4月より運用を開始している。

なお、制御方式を変えたあとでも周波数の仕上がりには従来と大きな差は出でならず、全社TBC制御の安定性には問題がないことを確認している。

#### (2) 需給バランス

従来の日々の運用の中では、電力会社は経済的な電源運用を行うため、3分先の需要を予測し、これに対して並列されている火力発電機の総燃料費が最小となるような各発電機への出力配分を中央のコンピュータで自動的に算出し、発電機に出力値を指令している。(ELD: Economic Load Dispatch)

自由化が進展し、各発電機の出力が市場での価格により決定されるようになると、理論的には全費用の最小化とはならないことになる。

#### (3) 予備力確保

従来、電力会社がエリア内の需要に対し供給責任を果たすべく供給力を一体的に確保してきた。長期計画では、電力会社が想定した10年程度先までの需要にもとづき予備力を確保した供給力を調達するため電源開発などを行い、また年間計画では電源の点検停止時期の調整により必要予備力を確保している。

自由化が進展すると、供給責任の所在がなくなり、各社は自社の販売計画に応じた電源調達しか行わなくなり、予備力不足となる可能性が懸念される。自由化が進んでいる米国の1998年度長期計画では、1998年には16%強の予備力が年々低下し、2007年では10%強まで低下する見通しとなっている。

カリフォルニアでは予備力が一定の基準を下回ると緊急宣言が発動され、逼迫度合いに応じ、節電の呼びかけ、調整契約負荷の遮断、輪番停電の実施が行われることになっているが、本年6月から8月には21回の節電呼びかけと13回の調整契約負荷遮断が行われた。更に6月14日には、ローカル的ではあるが、サンフランシスコ・ベイエリアにおいて輪番停電にまで至った。この日は40度を超える猛暑による需要の急増と電源のトラブル停止が重なり、エリア外からの送電線の潮流も運用限度一杯で受電できず、供給力が不足し、のべ9.7万軒の輪番停電が行われた。

#### (4) 連系線運用

従来、連系線の運用は電力会社間での融通などの事前契約により潮流が決定することから、長期的な予定値が容易に把握でき、これをもとに系統解析などの事前検討により運用限度を設定し、この範

自由化が進展し、市場により電源運用が直前に決定するものが増えると、事前の予定潮流の把握が困難となり十分な事前検討ができず信頼度維持が困難となる可能性が出てくる。

発生日時：1996年7月2日(火)  
 13時25分(現地時間)  
 停電人数：約1200万人(約200万戸)  
 停電時間：最長7時間26分(大部分は30分以下)  
 気温：39℃(B&H-1971)

① 345kV送電線2回線停止  
 (樹木接触、Ry故障)  
 ② 810kV南部電圧低下、900kV送電線停止  
 ③ 系統分断解放作動  
 (5つの単独系統に分断)

7月3日14時3分：7月2日と同一箇所  
 食料連鎖(1200kW)で系統保護拡大を阻止

出典：NISO/DISTURBANCE REPORT/1996

図7 米国西部停電事故の概要

これらの事故の要因としては、今述べた予定外に重潮流となったことや、競争激化に伴うコスト削減の影響、会社間・部門間の協力・協調関係の弱体化の影響などがあると言われている。

以上、自由化による系統運用への影響について紹介したが、その他にも設備計画や価格などへの影響が懸念される。

設備計画に必要な長期的・確定的な需要想定が困難になること、責任の所在があいまいになりトータル的に適正な設備計画を推進する母体が不在となること、リードタイムの長い設備建設は投資リスクが大きく行われなくなること、などがある。

競争下では何れかの断面で寡占状態となり、このような場合には市場支配力を有する事業者が増大し価格が高止まりとなる可能性が考えられるが、前述の需給逼迫に関連した今夏のカリフォルニア州における電力価格の高騰を例として紹介する。

**供給エリア図**

オレゴン州

ネバダ州

サンフランシスコ

カリフォルニア州

ロサンゼルス

0 100 200 mi

**供給会社**

- パシフィック・ガス & エレクトリック (PG&E)
- サザン・カリフォルニア・エジソン (SCE)
- サンディエゴ・ガス & エレクトリック (SDG&E)
- その他
- カリフォルニアISO管外

Figure 1 illustrates the power system configuration. It shows the flow of electricity from power generation to distribution. The diagram is divided into four main sections: 発電 (Power Generation), 送電 (Transmission), 配電 (Distribution), and 小売供給 (Retail Supply). In the 発電 section, PG&E, SCE, and SDG&E are connected to the PX (New Electricity Open Competitive Market). The PX is also connected to the 送電 section, which includes a 1500 (High Voltage Transmission Line) and a Reference Market. The 送電 section is connected to the 配電 section, which includes PG&E, SCE, SDG&E, and a Retailer. The 配電 section is connected to the 小売供給 section, which includes a Retailer. A legend at the bottom right defines the abbreviations: IPP: Independent Power Producer, PX: Power Exchange, SDG: Independent System Operator.

図9 カリフォルニア州電気事業の市場構造

需要と取引量の差分を調整するためリアルタイムの電力取引を行う独立系統運用者である I S O が中心となっている。

なお、大手3社は、発電する電力は全て P X に入札し、小売りする電力は全て P X から購入することが義務づけられている。

この P X における 1 日前卸電力価格の本年6月から8月の変動状況は、図10のようにプライス・キャップ（上限価格）に張り付く高騰を頻発しており、この結果、6月平均価格、7月平均価格ともに昨年の8月平均価格を大きく上回った。

一方、家庭用電気料金は、自由化移行措置として大手3社は固定料金制度となったが、S D G & E 社では昨年でこの措置を終了させ卸電力価格に連動した料金となっており、昨年の7月は値下げ出来たものの、今年の7月にはこの影響で大幅な値上げとなった。また、固定料金を続けている S C E 社と P G & E 社では卸電力価格が高騰する中で、これを小売価格に転嫁できず大幅な差損が発生している。なお、2社の差損の回収方法については現在係争中である。

この電力価格高騰の背景として、電源建設が市場任せとなっていること、コスト削減の余り電源投資を遅らせること、事業者が新規投資を抑制し短期利益を追求すること、発電所の老朽化や保修計画が事業者任せであること、更にコストではなくプライスによる入札や P X、I S O、私設市場など複雑な市場構造によりゲーミングを助長する仕組みとなっていることなどが言われている。

## 7. おわりに

従来、日本の電力供給は電力会社による一体的な系統運用により、信頼性と経済性を両立してきた。これは、部分自由化後においても大部分の需要に電力会社から電気を供給している間は実運用上大きな問題は発生することはないと考えている。

しかしながら、さらに自由化が進展し、市場により個々に電源運用が決定されることになると、ネットワークから最適な運用とならない、必要予備力の確保が困難となる、計画的な運用が困難となる、電力価格の高騰を招く、などの可能性があり信頼性および経済性を損なう恐れがある。

このような流れの中で、全体最適により確保してきた信頼度をどのように担保すべきか、日本の電力風土に適応する電力供給形態の構築も含め検討していく必要がある。

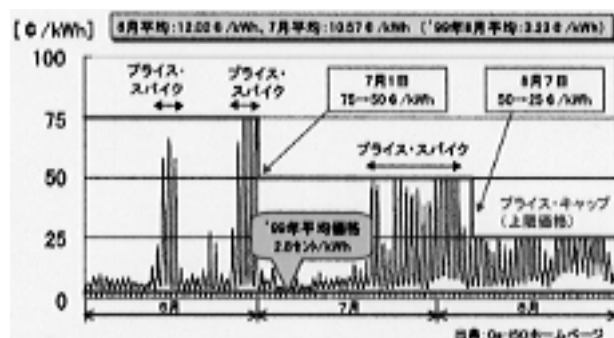


図10 卸電力価格の変動状況  
(PX 1 日前市場、2000年 6 月～8 月)